

# **КИНЕТИКА ВЫХОДА ВОДОРОДА И ОСОБЕННОСТИ ЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В МЕТАЛЛЕ ОСНОВЫ И В ПОКРЫТИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИ ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

*Полуянов В.А., Мерсон Е.Д., Караванова А.А.*

*Руководитель – проф., д.ф-м.н. Мерсон Д.Л.*

Тольяттинский Государственный Университет, г. Тольятти,

ICQ311113@yandex.ru

Известно, что гальваническое цинкование стальных изделий приводит к наводороживанию, что в свою очередь значительно снижает пластичность материала при низких скоростях деформирования. В процессе эксплуатации изделий водород может вызывать заметное охрупчивание металлов и сплавов, которое особенно заметно проявляется для высокоуглеродистых сталей. В целях снижения такого эффекта используют технологическую операцию термического обезводороживания (нагрев и выдержка в печи, как правило, 1...3 часа при температуре около 200 °С).

Несмотря на результаты многочисленных исследований, до настоящего времени механизмы и кинетика процесса обезводороживания после гальванического цинкования изучены недостаточно. Остаются вопросы о характере распределения водорода в покрытии и металле основы после цинкования, о механизмах и кинетике процесса обезводороживания оцинкованных изделий. Неясно как проходит процесс обезводороживания при выходе водорода через покрытие и сколько водорода содержится собственно в покрытии и в оцинкованной стали. Не существует универсального метода назначения режима обезводороживания изделия после гальванического цинкования.

Для исследования были использованы плоские образцы из стали 70 (толщина листа 0,5 мм, 1,5 мм и 2,5 мм) в различных состояниях: исходном перед цинкованием (после закалки и отпуска); после щелочного цинкования (на подвесах в условиях ООО "Арбат" г. Тольятти); после щелочного цинкования и обезводороживания по схеме: термическая обработка с выдержкой в печи в атмосфере воздуха в течение 3 часов при  $(190 \pm 10)$  °С и  $(250 \pm 10)$  °С сразу после цинкования + вылеживание в атмосфере воздуха при комнатной температуре в течение 5 месяцев + повторное обезводороживание в печи в атмосфере воздуха при тех же температурах в течение 7 часов + вылеживание при комнатной температуре на воздухе в течение 2 месяцев. Дополнительно, для оценки характера распределения водорода по толщине образцов, исследовались оцинкованные образцы до и после обезводороживания с механически удаленным покрытием (до 15 мкм с каждой стороны).

Измерение содержания водорода в образцах толщиной 0,5 мм проводилось по двум методам:

1) вакуум-нагрева на анализаторе водорода АВ-1 (ООО "НПК Электронные пучковые технологии", г. Санкт-Петербург);

2) восстановительного плавления в потоке газа-носителя ( $N_2$ ) по ГОСТ 17745-90 "Стали и сплавы. Методы определения газов" на анализаторе водорода RH-402 (ИЦ "Металлтест" ФГУП ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина г. Москва). Измерение содержания водорода в образцах толщиной 1,5 мм и 2,5мм проводилось только методом восстановительного плавления.

В ходе работы было проведено сравнение результатов определения количества водорода методом плавления и методом вакуум-нагрева. В связи с тем, что зависимости выхода водорода от состояния образцов, определенные по двум методам различны, был проведен анализ экстракционных кривых, в результате которого был выявлен механизм выхода водорода, а также его состояние в металле и в покрытии. Также с использованием метода плавления в среде газа-носителя установлена зависимость удельного содержания водорода от толщины образца.

В результате проведенного исследования экспериментально показано, что после обезводороживания и длительного старения водород в образце находится в основном (до 97 %) в покрытии и интерфейсном слое.

Экстракционные кривые при 300 °С для покрытых образцов до обезводороживания фактически моделируют обезводороживание реальных изделий, что дает возможность применять метод вакуум-экстракции для назначения режимов обезводороживания.

Показано, что для покрытых образцов с уменьшением их толщины наблюдается повышение удельного содержания водорода, что определяется соотношением толщины покрытия и основы при практически неизменном содержании водорода в покрытии и основе.